

УДК 621.396.67

П. В. НАЙДУ¹, А. КУМАР²**ШИРОКОПОЛОСНАЯ ЗЕРКАЛЬНАЯ Z- И L-ОБРАЗНАЯ УНИПЛАНАРНАЯ ТРЕХДИАПАЗОННАЯ АНТЕННА С ACS-ФИДЕРОМ ДЛЯ WLAN ПРИМЕНЕНИЙ**¹*Инженерный колледж Велагануди Рамакришна Сиддхарта,
Индия, Виджаявада, 520007*²*Институт технологии и инженерии им. Чанакья,
Индия, Джайпур, 302022*

Аннотация. В работе предложена зеркальная Z- и L-образная печатная унипланарная антенна, разработанная для трехдиапазонного применения. Разработанная геометрия реализует простые излучающие плоскости с 50 Ом асимметричной копланарной полосковой ACS (Asymmetric Coplanar Strip) питающей линией и прямоугольной заземляющей плоскостью. Эта антенна имеет компактные размеры 16×24 мм, включая заземляющую плоскость, которая имеет размер $0,18 \times 0,34\lambda$ на частоте 2,3 ГГц в свободном пространстве. Результаты моделирования, полученные с помощью пакета CST Microwave Studio, сравнились с результатами измерений печатной унипланарной антенны при помощи векторного анализатора PNA N5222A, в результате чего достигнуто хорошее совпадение результатов. Ширина полосы рабочих частот при коэффициенте отражения –10 дБ составила приблизительно 230 МГц в диапазоне 2,27–2,5 ГГц, 200 МГц в диапазоне 3,65–3,85 ГГц и 1700 МГц в диапазоне 5,2–6,9 ГГц. Предложенная унипланарная антенна имеет не только компактные размеры, но и широкие полосы рабочих частот, позволяющие работать в сетях LTE (Long Term Evolution), беспроводных широкополосных сетях WiBro (Wireless Broadband), сетях WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access), беспроводных локальных сетях WLAN (Wireless Local Area Network) и системах диапазона ISM (Industrial Scientific and Medical radio band).

Ключевые слова: компактная антенна; трехдиапазонная антенна; антенна с ACS-фидером; монополярная антенна; многодиапазонная антенна

1. ВВЕДЕНИЕ

Современные тенденции в сфере техники беспроводной связи предполагают повышенное внимание к использованию одной системы для нескольких применений. В СВЧ области это особенно касается проектирования и совершенствования антенн, которые обеспечивают возможность работы в нескольких диапазонах частот наряду с малыми размерами, широкой полосой частот, большим коэффициентом усиления и возможностями аккумулирования электромагнитной энергии, что играет важную

роль в совершенствовании техники нынешнего и будущего поколений.

Для обеспечения указанных характеристик предложены различные конструкции антенн при использовании разных схем питания [1–24]. Среди предложенных конструкций антенна с ACS-фидером (Asymmetric Coplanar Strip) является наиболее привлекательной и представляет собой лучший императивный подход, который позволяет уменьшить размеры печатной унипланарной антенны приблизительно на 45% [1, 2]. Кроме того, многодиапазонная рабочая характеристика получена в виде

5. Ren, W.; Hu, S.-W.; Jiang, C. "An ACS-fed F-shaped monopole antenna for GPS/WLAN/WiMAX applications," *Int. J. Microwave Wireless Technologies*, Vol. 9, No. 5, p. 1123-1129, 2017. DOI: [10.1017/s1759078716001173](https://doi.org/10.1017/s1759078716001173).
 6. Saad, Ayman Ayad R.; Ibrahim, Ahmed A.; Haraz, Osama M.; Elboushi, Ayman. "Tri-band compact ACS-fed meander-line antenna for wireless communications," *Int. J. Microwave Wireless Technol.*, Vol. 9, No. 9, p. 1895-1903, 2017. DOI: [10.1017/s1759078717000745](https://doi.org/10.1017/s1759078717000745).
 7. Kang, L.; Wang, H.; Wang, X. H.; Shi, X. "Compact ACS-fed monopole antenna with rectangular SRRs for tri-band operation," *Electron. Lett.*, Vol. 50, No. 16, p. 1112-1114, 2014. DOI: [10.1049/el.2014.1771](https://doi.org/10.1049/el.2014.1771).
 8. Li, X.; Shi, X.-W.; Hu, W.; Fei, P.; Yu, J.-F. "Compact triband ACS-fed monopole antenna employing open-ended slots for wireless communication," *IEEE Antennas Wireless Propag. Lett.*, Vol. 12, p. 388-391, 2013. DOI: [10.1109/lawp.2013.2252414](https://doi.org/10.1109/lawp.2013.2252414).
 9. Ren, W.; Jiang, C.; Hu, S.-W. "An asymmetric coplanar strip-fed 7-shaped monopole antenna for miniaturized communication systems," *Microw. Opt. Technol. Lett.*, Vol. 58, No. 7, p. 1566-1572, 2016. DOI: [10.1002/mop.29858](https://doi.org/10.1002/mop.29858).
 10. Song, Yue; Jiao, Yong Chang; Wang, Xiao Ming; Weng, Zi Bin; Zhang, Fu Shun. "Compact coplanar slot antenna fed by asymmetric coplanar strip for 2.4/5 GHz WLAN operations," *Microwave Opt. Technol. Lett.*, Vol. 50, No. 12, p. 3080-3083, 2008. DOI: [10.1002/mop.23882](https://doi.org/10.1002/mop.23882).
 11. Deepu, V.; Sujith, R.; Mridula, S.; Aanandan, C. K.; Vasudevan, K.; Mohanan, P. "ACS fed printed F-shaped uniplanar antenna for dual band WLAN applications," *Microwave Opt. Technol. Lett.*, Vol. 51, No. 8, p. 1852-1856, 2009. DOI: [10.1002/mop.24486](https://doi.org/10.1002/mop.24486).
 12. Ren, X.-S.; Yin, Y.-Z.; Hu, W.; Wei, Y.-Q. "Compact tri-band rectangular ring patch antenna with asymmetrical strips for WLAN/WiMAX applications," *J. Electromagnetic Waves Applications*, Vol. 24, No. 13, p. 1829-1838, 2010. DOI: [10.1163/156939310792486548](https://doi.org/10.1163/156939310792486548).
 13. Naidu, P. V.; Malhotra, A. "A small ACS-fed tri-band antenna employing C and L shaped radiating branches for LTE/WLAN/WiMAX/ITU wireless communication applications," *Analog Integr. Circ. Sig. Process.*, Vol. 85, No. 3, p. 489-496, 2015. DOI: [10.1007/s10470-015-0637-5](https://doi.org/10.1007/s10470-015-0637-5).
 14. Ashkarali, P.; Sreenath, S.; Sujith, R.; Dinesh, R.; Krishna, D. D.; Aanandan, C. K. "A compact asymmetric coplanar strip fed dual-band antenna for DCS/WLAN applications," *Microwave Opt. Technol. Lett.*, Vol. 54, No. 4, p. 1087-1089, 2012. DOI: [10.1002/mop.26731](https://doi.org/10.1002/mop.26731).
 15. Kumar, A.; Naidu, P. V. "A compact O-shaped printed ACS fed monopole dual-band antenna for 2.4GHz Bluetooth and 5GHz WLAN/WiMAX applications," *Proc. of 2016 Progress in Electromagnetic Research Symp.*, 8-11 Aug. 2016, Shanghai, China. IEEE, 2016. DOI: [10.1109/piers.2016.7734856](https://doi.org/10.1109/piers.2016.7734856).
- БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК
1. Deepu, V.; Rohith, K. Raj; Manoj, Joseph; Suma, M. N.; Mohanan, P. "Compact asymmetric coplanar strip fed monopole antenna for multiband applications," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, Vol. 55, No. 8, p. 2351-2357, 2007. DOI: [10.1109/tap.2007.901847](https://doi.org/10.1109/tap.2007.901847).
 2. Naidu, P. V. "Printed V-shape ACS-fed compact dual band antenna for bluetooth, LTE and WLAN/WiMAX applications," *Microsyst. Technol.*, Vol. 23, No. 4, p. 1005-1015, 2017. DOI: [10.1007/s00542-016-2939-7](https://doi.org/10.1007/s00542-016-2939-7).
 3. Li, B.; Yan, Z.-H.; Zhang, T.-L. "Triple-band slot antenna with U-shaped open stub fed by asymmetric coplanar strip for WLAN/WiMAX applications," *PIER Lett.*, Vol. 37, p. 123-131, 2013. DOI: [10.2528/pier11212601](https://doi.org/10.2528/pier11212601).
 4. Lin, C.-P.; Chang, C.-H.; Jou, C. F. "Compact quad band monopole antenna," *Microwave Opt. Technol. Lett.*, Vol. 53, No. 6, p. 1272-1276, 2011. DOI: [10.1002/mop.25994](https://doi.org/10.1002/mop.25994).

16. Kumar, R.; Naidu, V. P.; Kamble, V. "A compact asymmetric slot dual band antenna fed by CPW for PCS and UWB applications," *Int. J. RF Microwave Computer-Aided Engineering*, Vol. 25, No. 3, p. 243-254, 2015. DOI: [10.1002/mmce.20855](https://doi.org/10.1002/mmce.20855).
17. Wu, Y.-J.; Sun, B.-H.; Li, J.-F.; Liu, Q.-Z. "Triple-band omni-directional antenna for WLAN application," *PIER*, Vol. 76, p. 477-484, 2007. DOI: [10.2528/pier07080601](https://doi.org/10.2528/pier07080601).
18. Hua, M. J.; Wang, P.; Zheng, Y.; Yuan, S. L. "Compact tri-band CPW-fed antenna for WLAN/WiMAX applications," *Electron. Lett.*, Vol. 49, No. 18, p. 1118-1119, 2013. DOI: [10.1049/el.2013.1669](https://doi.org/10.1049/el.2013.1669).
19. Cui, Y.-Y.; Sun, Y.-Q.; Yang, H.-C.; Ruan, C.-L. "A new triple-band CPW-fed monopole antenna for WLAN and WiMAX applications," *PIER M*, Vol. 2, p. 141-151, 2008. DOI: [10.2528/PIERM08041004](https://doi.org/10.2528/PIERM08041004).
20. Zhao, G.; Zhang, F.-S.; Song, Y.; Weng, Z.-B.; Jiao, Y.-C. "Compact ring monopole antenna with double meander lines for 2.4/5 GHz dual-band operation," *PIER*, Vol. 72, p. 187-194, 2007. DOI: [10.2528/pier07031405](https://doi.org/10.2528/pier07031405).
21. Thomas, K. G.; Sreenivasan, M. "Compact triple band antenna for WLAN/WiMAX applications," *Electron. Lett.*, Vol. 45, No. 16, p. 811-813, 2009. DOI: [10.1049/el.2009.1658](https://doi.org/10.1049/el.2009.1658).
22. Wei, C.-Y.; Liu, J.-C.; Hung, T.-F.; Bor, S.-S.; Chen, C. C. "A compact size and small frequency ratio CPW-fed circular slot antenna for GPS/WLAN dual-band and circular polarizations," *PIER C*, Vol. 22, p. 1-9, 2011. DOI: [10.2528/PIERC11050410](https://doi.org/10.2528/PIERC11050410).
23. Li, D.; Zhang, F.-S.; Zhao, Z.-N.; Ma, L.-T.; Li, X. N. "A compact CPW-fed Koch snowflake fractal antenna for WLAN/WiMAX applications," *PIER C*, Vol. 28, p. 143-153, 2012. DOI: [10.2528/pierc12022106](https://doi.org/10.2528/pierc12022106).
24. Lee, J. N.; Kim, Ji H.; Park, Jong K.; Kim, Jin S. "Design of dual-band antenna with U-shaped open stub for WLAN/UWB applications," *Microwave Opt. Technol. Lett.*, Vol. 51, No. 2, p. 284-289, 2009. DOI: [10.1002/mop.24033](https://doi.org/10.1002/mop.24033).
25. Kumar, A.; Naidu, P. V.; Kumar, V.; Ramasamy, A. K. "Design & development of compact uniplanar semi-hexagonal ACS fed multi-band antenna for portable system application," *PIER M*, Vol. 60, p. 157-167, 2017. DOI: [10.2528/PIERM17080302](https://doi.org/10.2528/PIERM17080302).
26. Kumar, A.; Naidu, P. V.; Kumar, V. "A compact uniplanar ACS fed multi band low cost printed antenna for modern 2.4/3.5/5 GHz applications," *Microsyst. Technol.*, Vol. 24, No. 3, p. 1413, 2018. DOI: [10.1007/s00542-017-3556-9](https://doi.org/10.1007/s00542-017-3556-9).
27. Naidu, P. V.; Kumar, A. "Design and development of triple band ACS fed antenna with M and rectangular shaped radiating branches for 2.45/5 GHz wireless applications," *Microsyst. Technol.*, Vol. 23, No. 12, p. 5841-5848, 2017. DOI: [10.1007/s00542-017-3430-9](https://doi.org/10.1007/s00542-017-3430-9).
28. Naidu, P. V.; Kumar, A. "A novel ACS fed multi band antenna loaded with mirrored S and L shaped strips for advanced portable wireless communication applications," *Microsyst. Technol.*, Vol. 23, No. 10, p. 4775-4783, 2017. DOI: [10.1007/s00542-017-3313-0](https://doi.org/10.1007/s00542-017-3313-0).
29. Naidu, P. V., & Kumar, A. (2018). ACS-Fed e-Shaped Dual Band Uniplanar Printed Antenna for Modern Wireless Communication Applications. *Radioelectronics and Communications Systems*, 61(3), 87-93. doi:[10.3103/s0735272718030019](https://doi.org/10.3103/s0735272718030019).
30. Naidu, P. V.; Malhotra, A. "Design & analysis of miniaturized asymmetric coplanar strip fed antenna for multi-band WLAN/WiMAX applications," *PIER C*, Vol. 57, p. 159-171, 2015. DOI: [10.2528/pierc15042302](https://doi.org/10.2528/pierc15042302).
31. Naidu, P. V.; Malhotra, A.; Kumar, R. "A compact ACS-fed dual-band monopole antenna for LTE, WLAN/WiMAX and public safety applications," *Microsyst. Technol.*, Vol. 22, No. 5, p. 1021-1028, 2015. DOI: [10.1007/s00542-015-2562-z](https://doi.org/10.1007/s00542-015-2562-z).
32. Naidu, P. V.; Kumar, R. "A very small asymmetric coplanar strip fed multi-band antenna for wireless communication applications," *Microsyst. Technol.*, Vol. 22, No. 9, p. 2193-2200, 2015. DOI: [10.1007/s00542-015-2613-5](https://doi.org/10.1007/s00542-015-2613-5).
33. Naidu, P. V.; Kumar, R. "Design of a compact ACS-fed dual band antenna for Bluetooth/WLAN and WiMAX applications," *PIER C*, Vol. 55, p. 63-72, 2014. DOI: [10.2528/pierc14101803](https://doi.org/10.2528/pierc14101803).
34. Dawar, P., De, A., & Raghava, N. S. (2018). S-Shaped Metamaterial Ultra-Wideband Directive Patch Antenna. *Radioelectronics and Communications Systems*, 61(9), 394-405. Doi: [10.3103/s0735272718090029](https://doi.org/10.3103/s0735272718090029).

Поступила в редакцию 03.02.2018

После доработки 29.01.2019

Принята к публикации 08.02.2019